

Soğuk Hava Depolarında Kullanılan Farklı Yapı Malzemelerinin Yalıtım ve Enerji Tasarrufu Özellikleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Halil İbrahim YILMAZ¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
ibrahimyilmaz@sdu.edu.tr (sorumlu yazar)

Özet

Meyve ve sebze depolaması amacıyla kullanılan soğuk hava deposu işletmelerinin giderleri arasında en büyük masrafı enerji giderleri oluşturmaktadır. Özellikle ülkemiz gibi enerji tüketimi konusunda önemli oranda dışa bağımlı ülkeler için enerji tüketim oranlarının düşürülmesi ve enerji tasarrufu konusunda gerekli tedbirlerin alınması önemli zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla gerek konut ve gerekse de işletme düzeyinde faaliyet gösteren binalarımızın yalıtım uygulamalarının detaylı incelenerek bu binaların yalıtım uygulamalarının iyileştirilip enerji kullanım miktarlarının düşürülmesi günümüz yapı teknolojilerinin en popüler konularından birisi haline gelmiştir.

Değişik bahçe ürünlerinin muhafazası amacıyla kullanılan soğuk hava tesislerinin gerek projelenme aşamasındaki hataları ve gerekse de tesislerde kullanılan yapı malzemelerinin seçimi ve uygulamalarında yapılan hatalar sebebiyle mevcut tesislerin enerji giderleri ciddi oranlarda artmaktadır. Bu konu ilgili olarak yapılan araştırmalarda mevcut depo sistemlerinin yeniden değerlendirilip inşaat hatalarının giderilmesinin önemine işaret edilmektedir.

Bu çalışma kapsamında; meyve ve sebze depolaması amacıyla kullanılan bir soğuk hava deposu projesi geliştirilerek üzerinde farklı duvar ve tavan yapı malzemeleri uygulanmıştır. Daha sonra farklı duvar ve tavan yapı malzemesi uygulamalarının yalıtım ve enerji kullanım özellikleri üzerindeki etkileri belirlenip karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Isparta, elma, meyve, göller bölgesi, soğuk hava deposu

Comparative Assessment of the Impacts of Different Building Materials Used for Cold Storages on Insulation and Energy Conservation Features

Abstract

Energy costs make up the biggest expense amongst the cold storage businesses used for conserving fruits and vegetables. It has become obligatory to decrease the energy consumption rates and to take necessary measures regarding energy conservation for countries which are foreign-dependent to a large extent in terms of energy consumption, especially our country. To this end, decreasing energy consumption amounts by analyzing the insulation applications of our buildings serving both on a housing and business level and by improving the insulation applications of these buildings has become one of the most popular subjects of today's construction technologies.

The energy costs of current facilities increase dramatically due to the faults both in the stage of project designing and in the choice of the construction materials and their applications of cold storage facilities used for conservation of various garden crops. The importance of re-assessing the current storage systems and correcting the construction mistakes is addressed in the researches carried out regarding this issue.

Within the context of this study; a cold storage project used for conserving fruits and vegetables was developed, and different wall and ceiling construction materials were applied. Afterwards, the impacts of different wall and ceiling construction material applications on insulation and energy consumption features were determined and assessed comparatively.

Keywords: Isparta, apple, fruit, göller region, cold storage system

1. Giriş

Enerji sıkıntısı, artan maliyetler insanları çok yönlü düşünmeye ve araştırmaya sevk etmektedir. Artan dünya nüfusu, değişik bahçe ürünleri ve gıdaların depolanması zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Bahçe ürünlerinin ve diğer gıdaların uzun süre saklanması amacıyla yapılan her soğuk hava deposu ilave enerji harcaması anlamına gelmektedir. Enerji tasarrufuna katkıda bulunmanın yolu ise daha az enerji ile daha çok soğutmadan ve dolayısıyla da ısı yalıtımlı inşaatlardan geçmektedir (Anonim, 1993).

Yalıtım uygulaması bir ülke için vazgeçilmez bir unsurdur. Yalıtım sayesinde; enerji kaybının aşağıya çekilmesi, hava kirliliğinin azaltılması ve insanlardan alınan verimin artması sağlanır. Binalarımız için nasıl bir elektrik tesisatı, su tesisatı gerekliyse yalıtım da gereklidir. Çünkü ülkemizde büyük bir enerji tüketimi vardır. Dünya genelinde enerji tüketimi, son 25 yılda kişi başına % 5 artmış olmasına rağmen, Türkiye'de bu oran % 100'ün üzerindedir (Dilmaç ve ark., 1996).

Türkiye'de soğuk depo giderleri arasında en büyük payı enerji masrafları oluşturmaktadır. Bu oran toplam giderlerin % 25-50'si kadardır. Ener-

ji darboğazının ve kısa dönemdeki sonuçlarının ülkemiz üzerine etkileri ve enerji ithalatının dış ödemeler dengemizde meydana getirdiği açıklik göz önüne alındığında enerji tasarrufu kaçınılmaz bir önlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahçe ürünlerinin korunması amacı ile yapılan soğuk muhafaza tesislerinin gerek projelendirme gerekse işletme hatalarından dolayı enerji kullanımını oldukça artmaktadır. Bunu önlemek için proje bazından başlayarak bir dizi önlemin alınması gerekmektedir (Ağaoğlu ve Tuncel, 1987).

Soğuk hava depolarında enerji verimliliği; dış ortam sıcaklığı, ürünün giriş sıcaklığı, odaların açıldığı koridor sıcaklığı ve nemi, dış duvar ve çatının rengi, soğuk odaların iç sıcaklığı ve binanın durumu gibi değişkenlerden etkilenir. Yukarıda bahsedilen değişkenlerin bir çoğunun sabit değer olduğu zannedilir. Gerçekte böyle olmadığı daha önce yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (Çomaklı, 1998). Öte yandan, soğuk hava depolarında enerji verimliliği açısından en etkili değişkenin yalıtım kalınlığı olduğu yapılan çalışmalarla belirtilmektedir (Çomaklı, 1998; Çomaklı ve ark, 1992). Soğuk hava depolarında kullanılan yalıtım malzemesi maliyetinin tesisin ilk yatırı-

m maliyetinin üçte biri kadar olması, yalıtım kalınlığının enerji tasarrufu ve verimliliğindeki öneminin bir göstergesidir (Çomaklı, 1998).

Bursa'da soğuk hava depoları üzerinde yapılan bir çalışmada, muhafaza edilen tarımsal ürün miktarlarını gösteren kayıtların daha çok meyve ve özellikle de elma üzerinde yoğunlaştığı ve depolanan ürünlerin tür ve çeşit sayılarının düşük olmasında depolama verimliliğinin oldukça etkili olduğu işaret edilmiştir. Yine aynı çalışmada, Bursa'daki soğuk hava depolarının önemli bir bölümünün yatırım aşamalarında hatalı planlama ve projelendirmeler sonucu uygun olmayan yerlerde tesis edilmiş olmaları, yetersiz yalıtım sonucu önemli ölçülerde enerji kayıplarının ortaya çıkması, soğutma teknolojisi konusunda eğitim olanaklarının yeterli düzeylerde olmayışı ve çalışan personelin muhafaza edilen ürünlere ait standart ve tekniklere yönelik ayrıntılı bilgilere sahip olmamaları şeklinde özetlenebilecek sorunlar, söz konusu tesislerde arzu edilen düzeyde ekonomik bir işletmeciliğin yapılamadığı ifade edilmiştir (Güllenoğlu, 1988).

Heves(1996), soğuk hava depoları projelendiril-

Çizelge 1. Isparta ili iklim verileri (Anonim, 2014)
Table 1. Climate data of Isparta

Meteorolojik veriler Meteorological data	Aylar Months						
	Ekim October	Kasım November	Aralık December	Ocak January	Şubat February	Mart March	Nisan April
Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	12.8	7.0	3.1	1.8	2.8	6.2	10.7
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) Average maximum temperature (°C)	20.5	13.6	7.9	6.5	7.7	11.9	16.5
Ortalama en düşük sıcaklık (°C) Average minimum temperature (°C)	6.1	1.7	-1.0	-2.3	-1.6	0.8	4.5

Çizelge 2. Farklı elma türlerinin depolama koşulları ve özgül ısıları (Anonim, 1998b)
Table 2. Storage conditions of different types of apples and specific heat

Elma türleri Types of apples	Depolama koşulları Storage conditions			Özgül ısı Specific heat (Wkg-1K-1)	
	Depolama sıcaklığı Storage temperature (°C)	Bağıl nem Relative humidity (%)	Depolama süresi Storage period (gün)	Donmadan önce Before freezing	Donmadan sonra After freezing
Golden Delicious	0 / 2	90 – 95	210	1.0234	0.5233
Granny Smith	0 / 4	90 – 95	180 – 240	1.0234	0.5233
Starking Delicious	0 / 3	90 – 95	180 – 240	1.0234	0.5233

Çizelge 3. Soğuk hava depolarının duvar, asma tavan ve toplam alanları
Table 3. Wall, suspended ceiling and total fields of cold storage systems

Duvar yapı malzemesi Wall building material	Duvar yalıtım malzemesi Wall insulation material	Asma tavan yalıtım malzemesi Suspended ceiling insulation material	Toplam duvar alanı Total wall area (m ²)	Toplam asma tavan alanı Total suspended ceiling area (m ²)	Toplam alan Total area (m ²)
Briquet Briquette	EPS Ekspande Polistiren	EPS Ekspande Polistiren			
Tuğla Brick	EPS Ekspande Polistiren	EPS Ekspande Polistiren	2 114	1 860	3 974
PU panel Polyurethane panel	PU panel Polyurethane panel	PU panel Polyurethane panel			

mesinde, yalıtım malzemesi ve soğutucu akışkanın en ekonomik seçiminin sağlanabilmesi için optimizasyon tekniğinin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Projelendirmede optimizasyonun hem projenin gerçekleştirilmesi aşamasında, hem de deponun kullanıldığı süre içerisinde, mali giderlerin azaltılması faydasını sağladığını belirtmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında, meyve ve sebze muhafazasında kullanılabilecek örnek soğuk hava deposu tasarımı hazırlanmıştır. Hazırlanan bu soğuk hava deposu tasarımında farklı yapı ve yalıtım malzemeleri uygulamaları yapılarak, yapı ve yalıtım malzemelerinin enerji kullanımı üzerine etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bu amaca uygun olarak yapılan çalışmalar i) soğuk hava deposu tasarımının hazırlanması ii) farklı yapı ve yalıtım malzemelerinin enerji tüketimlerinin belirlenmesi olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

i) Soğuk hava deposu tasarımının hazırlanması

Bu kapsamda yapılan tasarımda Isparta bölgesinin soğuk hava depoculuğundaki önemi ve etkinliği göz önünde bulundurularak bölgenin şartları tasarıma dahil edilmiştir. Tasarımı yapı-

lan soğuk hava deposunda bölgenin en önemli üretimi olan elmanın depolanacağı varsayılmış ve yapılan hesaplamalara dahil edilmiştir. Soğuk hava deposuna elmaların bölgenin depolama özelliklerine uygun olarak ekim ayında girdiği ve nisan ayı sonunda çıktığı varsayılarak yedi aylık bir depolama periyodu öngörülmüştür. Yapılan soğuk hava deposu tasarımı, sekiz odalı ve her bir odasında 300 ton elma depolayabilecek ve toplamda 2400 ton depolama kapasitesine sahip olacak şekilde planlanmıştır (Şekil 1 ve 2).

Bununla birlikte geliştirilen tasarımlarda ayrı ayrı olacak şekilde duvar yapı malzemesi briket, tuğla ve poliüretan panel (PU) olmak üzere üç farklı uygulama öngörülmüştür. Aynı şekilde duvar yalıtım malzemesi olarak stropor (EPS) ve PU panel olmak üzere iki farklı malzemesinin kullanıldığı öngörülmüştür. Hazırlanan tasarımlarda asma tavan yapı ve yalıtım malzemesi olarak ise stropor (EPS) ve PU panel olmak üzere iki farklı malzemenin kullanıldığı öngörülmüştür (Şekil 3 ve 4).

ii) Farklı yapı ve yalıtım malzemelerinin enerji tüketimlerinin belirlenmesi

Soğuk hava depolarında yapı elemanlarından geçen toplam ısının hesaplanabilmesi için öncelikle her bir yapı elemanının toplam ısı iletim

Çizelge 4. Soğuk hava depolarının yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri
Table 4. Thermal conductivity values of construction materials in the cold storage systems

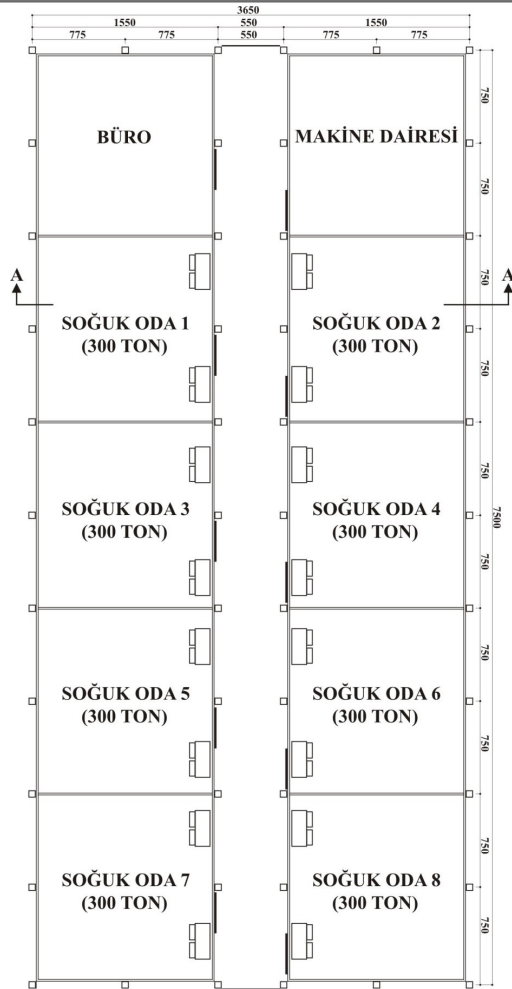
Duvar yapı ve yalıtım malzemesi <i>Wall construction and insulation material</i>	Birim ağırlık <i>Unit weight</i> (kg/m ³)	Isı iletkenlik hesap değeri <i>Thermal conductivity calculation value</i> (W/mK)
Briket <i>Briquette</i>	600	0.34
Tuğla <i>Brick</i>	550	0.32
Sıva <i>Plaster</i>	2000	1.60
EPS <i>Ekspande Polistiren</i>	≥15	0.035
PU Panel <i>Polyurethane panel</i>	≥30	0.022

Çizelge 5. Soğuk hava depolarının duvar sistemleri ısı iletkenlik katsayıları
Table 5. Thermal conductivity coefficients of walls in the cold storage systems

Duvar yapı ve yalıtım malzemesi <i>Wall construction and insulation material</i>	Isı iletkenlik direnci değeri <i>Heat conductivity resistance value</i> (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı <i>Thermal conductivity coefficient</i> (W/m ² K)
Briket + EPS <i>Briquette + Ekspande Polistiren</i>	3.6819	0.2716
Tuğla + EPS <i>Brick + Ekspande Polistiren</i>	3.6875	0.2712
PU Panel <i>Polyurethane panel</i>	4.7383	0.2110

Çizelge 6. Soğuk hava depolarının asma tavan sistemleri ısı iletkenlik katsayısı
Table 6. Thermal conductivity coefficients of ceilings in the cold storage systems

Asma tavan yapı ve yalıtım malzemesi <i>Suspended ceiling construction and insulation material</i>	Isı iletkenlik direnci değeri <i>Heat conductivity resistance value</i> (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı <i>Thermal conductivity coefficient</i> (W/m ² K)
EPS <i>Ekspande Polistiren</i>	3.0500	0.3279
PU Panel <i>Polyurethane panel</i>	4.7383	0.2110



Şekil 1. Soğuk hava deposu planı
Figure 1. Plan of the cold storage system

katsayılarının bilinmesi gerekmektedir. Yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı (U) ise, her bir yapı malzemesine ait ısı iletim hesap değerleri (λ) yardımıyla TS 825'de belirtildiği şekilde Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Anonim, 1998a).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_{iç}} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_{dış}}} \quad (1)$$

Eşitlikte, U; yapı elemanının toplam ısı iletim katsayısını (W/m^2K), λ_i ; yapı elemanını oluşturan her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısını (W/mK), d_i ; her bir malzemenin kalınlığını (m), $\lambda_{iç}$; iç yüzey iletkenlik katsayısını (W/mK) ve $\lambda_{dış}$; dış yüzey iletkenlik katsayısını (W/mK) ifade etmektedir. i ise; yapı elemanında kullanılan malzeme sayısını ($i=1...n$) göstermektedir.

Soğuk hava depolarında yapı elemanlarından geçen toplam ısının hesaplanmasında ise Eşitlik 2 kullanılmıştır.

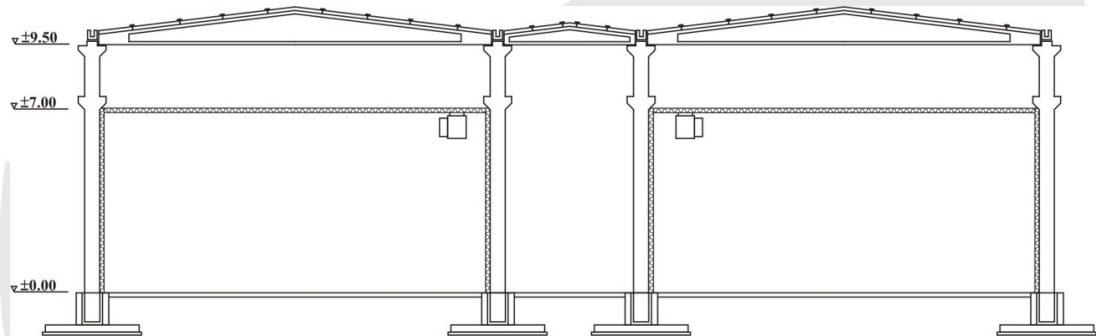
$$Q = (t_d - t_i) \sum_1^n (U)(A) \quad (2)$$

Eşitlikte, Q; yapı elemanlarından geçen ısıyı (W/h), t_d ; aylık ortalama hava sıcaklığını (K) (Çizelge 1), t_i ; depolama sıcaklığını (K) (Çizelge 2), U; her bir yapı elemanı için hesaplanan toplam ısı iletim katsayısını (W/m^2K) ve A; her bir yapı elemanının ısı geçiren yüzeylerini (m^2) ifade etmektedir.

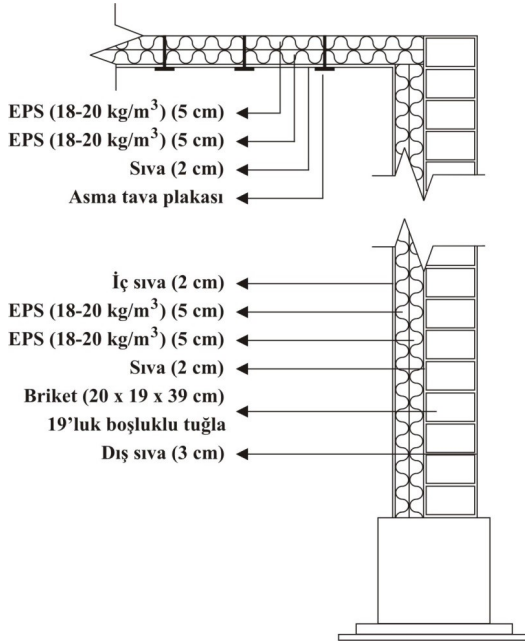
3. Bulgular

Materyal ve metod bölümünde ifade edildiği gibi bölge koşullarına göre hazırlanan ağırlıklı olarak ekim-nisan ayları boyunca elma muhafaza amaçlı kullanılan 2400 ton kapasiteli soğuk hava deposu projesinin hesaplamalarında kullanılacak duvar alanı $2114 m^2$ ve asma tavan alanı ise $1860 m^2$ olmak üzere toplam alanı $3974 m^2$ 'dir (Çizelge 3).

Yapılan hesaplamalarda soğuk hava depolarında kullanılan üç farklı yapı kompozisyonu esas alınmıştır. Tasarımların ilkinde duvar yapı malzemesi olarak briket kullanılmış ve üzerine stropor (EPS) ile yalıtım uygulamasının yapılmıştır. Asma tavanlarında ise EPS kullanılmıştır (Şekil 3). İkinci tasarımda ise duvar yapı malzemesi olarak



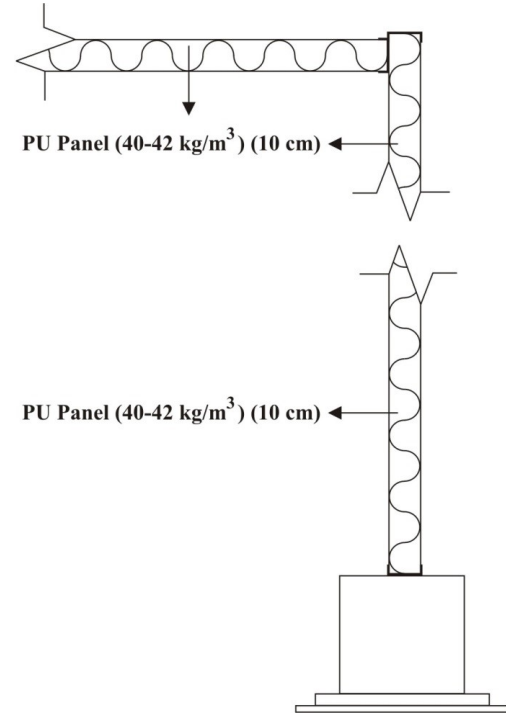
Şekil 2. Soğuk hava deposu kesiti (A-A kesiti)
Figure 2. Section of the cold storage system (A-A section)



Şekil 3. Briket ve tuğla duvarların kesiti
Figure 3. Section of the briquettes and brick walls

briket yerine tuğla kullanılmış ve üzerine stropor (EPS) ile yalıtım uygulaması yapılmıştır. Asma tavanlarında ise EPS kullanılmıştır (Şekil 3). Son tasarımda ise duvar ve tavan yapı ve yalıtım malzemesi olarak PU panel kullanılmıştır (Şekil 4). Duvar ve asma tavanı oluşturan yapı malzemelerinin ayrı ayrı ısı iletim hesap değerleri çizelge 4'de ve bu yapı malzemeleri kullanılarak oluşturulan duvar ve asma tavan yapı kompozisyonlarının ısı iletim katsayısı değerleri ise çizelge 5 ve 6'da verilmiştir.

Tasarlanan soğuk hava deposu projeleri farklı duvar yapı kompozisyonları ısı iletim özelliklerine göre incelendiğinde briket ve stropor'un (EPS) kullanıldığı duvar sisteminin sezonluk (ekim-nisan) toplam ısı iletim değeri 15919 kWh olmuştur. Tuğla ve stropor'un (EPS) birlikte kullanıldığı sistemde ise duvar sisteminin sezonluk ısı iletim değeri 15895 kWh olmuştur. Duvar sistemi olarak PU panelin kullanıldığı tasarımda ise sezonluk ısı iletim değeri 12367 kWh olmuştur. Hesaplamalarda görüldüğü gibi duvar yapı malzemesi olarak briket ve tuğlanın kullanıldığı tasarımlarda çok belirgin bir fark görülmemesine



Şekil 4. PU panel duvarların kesiti
Figure 4. Section of the PU panel walls

rağmen PU panelin kullanıldığı tasarımın briketin kullanıldığı tasarıma göre sezonluk 3552 kWh'lık ve tuğlanın kullanıldığı tasarıma göre 3528 kWh'lık bir ısı tasarrufu sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 7).

Soğuk hava deposu tasarımı farklı asma tavan sistemleri ısı iletim özelliklerine göre incelendiğinde ise; asma tavan yalıtım malzemesi olarak stropor'un (EPS) kullanıldığı tavanın sezonluk ısı iletim değeri 16909 kWh olmuştur. Tavan yalıtım malzemesi olarak PU panelin kullanıldığı sistemin sezonluk ısı iletim değeri ise 10881 kWh'dır. PU panel kullanıldığı asma tavan sisteminin stropor'un (EPS) kullanıldığı asma tavan sistemine göre sezonluk 6028 kWh'lık bir ısı tasarrufu sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 8).

Soğuk hava deposu tasarımları bir bütün olarak değerlendirildiğinde duvarlarında briketin ve asma tavanında stropor'un (EPS) kullanıldığı yapı sisteminde sezonluk ısı iletim değeri 32828

Çizelge 7. Soğuk hava depolarının duvar sistemlerinin toplam ısı iletimi
Table 7. Total thermal conductivity of walls in the cold storage systems

Duvar yapı ve yalıtım malzemesi Wall construction and insulation material	Aylar Months	Isı iletenlik katsayısı Thermal conductivity coefficient (W/m ² K)	Toplam duvar alanı Total wall area (m ²)	Toplam ısı iletimi Total heat transfer (kWh/season)
Briket + EPS Brikette + Ekspande Polistiren		0.2716		15 919
Tuğla + EPS Brick + Ekspande Polistiren	Ekim -Nisan October - April	0.2712	2 114	15 895
PU Panel Polyurethane panel		0.2110		12 367

Çizelge 8. Soğuk hava depolarının asma tavan sistemlerinin toplam ısı iletimi
Table 8. Total thermal conductivity of ceilings in the cold storage systems

Asma tavan yapı ve yalıtım malzemesi <i>Suspended ceiling construction and insulation material</i>	Aylar <i>Months</i>	Isı iletkenlik katsayısı <i>Thermal conductivity coefficient</i> (W/m ² K)	Toplam duvar alanı <i>Total wall area</i> (m ²)	Toplam ısı iletimi <i>Total heat transfer</i> (kWh/sezon) (kWh/season)
EPS <i>Ekspande Polistiren</i>	Ekim – Nisan <i>October - April</i>	0.3279	1 860	16 909
PU Panel <i>Polyurethane panel</i>		0.2110		10 881

Çizelge 9. Soğuk hava depolarının yapı elemanlarında toplam kaybolan ısı iletimi
Table 9. Total thermal conductivity of construction materials in the cold storage systems

Duvar yapı ve yalıtım malzemesi <i>Wall construction and insulation material</i>	Asma tavan yapı ve yalıtım malzemesi <i>Suspended ceiling construction and insulation material</i>	Duvarlardan kaybolan ısı iletimi <i>Heat transfer from walls</i> (kWh/sezon) (kWh/season)	Asma tavadan kaybolan ısı iletimi <i>Heat transfer from suspended ceiling</i> (kWh/sezon) (kWh/season)	Toplam kaybolan ısı iletimi <i>Total heat transfer</i> (kWh/sezon) (kWh/season)
Briket + EPS <i>Briquette + Ekspande Polistiren</i>	EPS <i>Ekspande Polistiren</i>	15 919	16 909	32 828
Tuğla + EPS <i>Brick + Ekspande Polistiren</i>	EPS <i>Ekspande Polistiren</i>	15 895	16 909	32 804
PU Panel <i>Polyurethane panel</i>	PU Panel <i>Polyurethane panel</i>	12 367	10 881	23 248

kWh olarak bulunmuştur. Duvarlarında tuğlanın ve asma tavanında stropor'un (EPS) kullanıldığı yapı sisteminde sezonluk ısı iletim değeri 32804 kWh olarak bulunmuştur. Duvar ve asma tavan sisteminde PU panelin kullanıldığı yapı sisteminde ise sezonluk ısı iletim değeri 23248 kWh olarak hesaplanmıştır. PU panelin olduğu soğuk hava deposu sisteminin briketin kullanıldığı sisteme göre sezonluk 9580 kWh'lık bir ısı tasarrufu sağladığı belirlenmiştir. Yine aynı şekilde PU panelin kullanıldığı soğuk hava depo sisteminin tuğlanın kullanıldığı sisteme göre sezonluk 9556 kWh'lık bir ısı tasarrufu sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 9).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında yapılan hesaplamalar sonucunda duvar ve asma tavan yapı malzemesi olarak PU panelin kullanıldığı 2400 ton depolama kapasitesine sahip örnek soğuk hava deposu tasarımı için diğer yapı malzemelerinin kullanıldığı sistemlere göre yapı yapımından kaynaklanan ısı transferi hesaplamasına göre yaklaşık % 29'luk ısı tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir. Enerji piyasası düzenleme kurulu (EPDK) 2016 yılı itibarıyla sanayi işletmelerinde kullanılan elektrik enerjisinin 1 kWh fiyatını yaklaşık 0.42 TL olarak belirlemiştir. Ülkemizde sanayi kuruluşlarından alınan vergilerin fazlalığı göz önünde bulundurulduğunda belirtilen 1 kWh elektrik enerji fiyatının yaklaşık iki katına çıktığı görülmektedir. Bu belirtilen fiyatlar göz önüne alındığında çalışma kapsamında değerlendirilen tasarımımda PU panelin kullanıldığı soğuk hava deposu işletmelerinin diğer yapı ve yalıtım malzemesi kullanılan işletmelere göre bir depolama sezonunda yaklaşık olarak 8047 TL civa-

ında bir enerji tasarrufu sağladığı görülmüştür.

Sonuç olarak ülkemizde özellikle son yıllarda PU panelin üretim teknolojilerindeki yenilikleriyle beraber üretim masrafları düşmüştür. Düşen bu üretim masrafları PU panel duvar ve asma tavan yapım maliyetlerini briket ve tuğla duvar yapım maliyeti ile hemen hemen eşit hale getirmiştir. Günümüzde soğuk hava deposu gibi en önemli işletme masraflarının elektrik enerjisi olduğu işletmelerin yapımında PU panel gibi yapı malzemelerinin kullanılması bir standart hale gelmiştir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu Y.S. ve Tuncel N, 1987. Bahçe Ürünlerinin Soğukta Muhafazasında Enerji Sorunları ve Enerjinin Optimal Kullanımı İçin Alınması Gerekliliği. GIDA Dergisi 12 (4): 253-257.
- Anonim, 1993. Soğuk Hava Depolarında Optimum Yalıtım Kalınlığının Belirlenmesinde Matematiksel Model Yaklaşımı Ve Bir Uygulama, Termodinamik Dergisi, Mart-1993, Sayı:7, İstanbul.
- Anonim, 2014. Isparta İli Uzun Yıllık İklim Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1998a. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TS 825, Ankara.
- Anonim, 1998b. Elma-Soğuk Depolama, Ts 1221 ISO1212, Ankara.
- Çomaklı Ö, Akdoğan F, Yüksel B, 1992. Soğuk Hava Depolarında Ekonomik Yalıtım Kalınlığı Hesabı, Ter-Moklima, 1(9)33-36.
- Çomaklı O, 1998. Amonyak Kompresyonlu Endüstriyel Bir Soğuk Depo İçin Bilgisayar Mo-

deli, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Dılmaç Ş, Tırıs Ç, Türe İ.E, 1996. İstanbul'da Dış Duvar Elemanlarından Kaybedilen Isı Enerjisi Miktarının Ölçülmesi ve Enerji Tasarruf Potansiyelinin Hesaplanması, Final Raporu, Proje No:16.2.002, Türk Ytong Sanayi A.Ş., Gebze, 1996.

Güllenoğlu S.S, 1988, Bursa İlinde Soğuk Hava Depolarının Ekonomik Yapı ve Sorunları (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bursa.

Heves F, 1996, Soğuk Depoların Projelendirme Esasları ve Optimizasyonu (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.